

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-105089

(P2000-105089A)

(43)公開日 平成12年4月11日(2000.4.11)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F 2 8 F 1/40

識別記号

F I

F 2 8 F 1/40

データベース(参考)

M

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平11-192950

(22)出願日 平成11年7月7日(1999.7.7)

(31)優先権主張番号 特願平10-216999

(32)優先日 平成10年7月31日(1998.7.31)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000001845

サンデン株式会社

群馬県伊勢崎市寿町20番地

(72)発明者 細谷 和樹

群馬県伊勢崎市寿町20番地 サンデン株式  
会社内

(72)発明者 新村 利治

群馬県伊勢崎市寿町20番地 サンデン株式  
会社内

(74)代理人 100091384

弁理士 伴 俊光

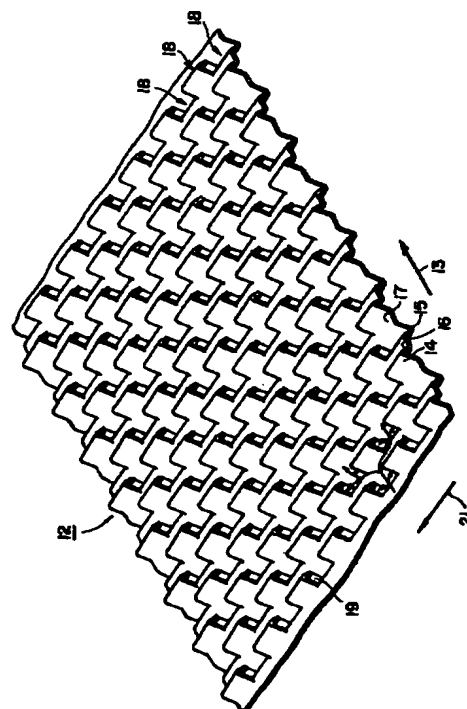
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 熱交換器

(57)【要約】

【課題】 インナーフィンを有するチューブを備えた熱交換器、とくに凝縮器の熱交換性能を向上する。

【解決手段】 (a) 内部を長手方向に熱交換媒体が流れるチューブと、(b) 該チューブ内に設けられ、平板状部材に多数の山部と谷部が切り起こし曲げ加工され、山部、第1の平坦部、谷部、第2の平坦部がこの順にくり返し形成された凹凸条が複数互いに隣接して配置されているとともに、隣接する凹凸条が一方の凹凸条の第1の平坦部が他方の凹凸条の第2の平坦部と連続した平坦部を形成する位置関係にあるインナーフィンと、を有することを特徴とする熱交換器。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 内部を長手方向に熱交換媒体が流れるチューブと、(b) 該チューブ内に設けられ、平板状部材に多数の山部と谷部が切り起こし曲げ加工され、山部、第1の平坦部、谷部、第2の平坦部がこの順にくり返し形成された凹凸条が複数互いに隣接して配置されているとともに、隣接する凹凸条が一方の凹凸条の第1の平坦部が他方の凹凸条の第2の平坦部と連続した平坦部を形成する位置関係にあるインナーフィンと、を有することを特徴とする熱交換器。

【請求項2】 前記凹凸条がチューブの長手方向に延びており、前記連続した平坦部がチューブの幅方向に延びている、請求項1の熱交換器。

【請求項3】 前記凹凸条がチューブの幅方向に延びており、前記連続した平坦部がチューブの長手方向に延びている、請求項1の熱交換器。

【請求項4】 前記凹凸条が、前記平板状部材のロール曲げ加工により形成されたものである、請求項1ないし3のいずれかに記載の熱交換器。

【請求項5】 前記山部および／または谷部の熱交換媒体流れ方向の入り側の平坦部に対する立ち上がり角度が90°～150°の範囲にある、請求項1ないし4のいずれかに記載の熱交換器。

【請求項6】 前記立ち上がり角度が90°～140°の範囲にある、請求項5の熱交換器。

【請求項7】 インナーフィンの板厚が0.1～0.5mmの範囲にある、請求項1ないし6のいずれかに記載の熱交換器。

【請求項8】 インナーフィンの板厚が0.2～0.4mmの範囲にある、請求項7の熱交換器。

【請求項9】 前記山部の頂面と谷部の底面との間の距離であるインナーフィンの高さが1～5mmの範囲にある、請求項1ないし8のいずれかに記載の熱交換器。

【請求項10】 インナーフィンの高さが1～3mmの範囲にある、請求項9の熱交換器。

【請求項11】 前記山部の頂点から谷部の底点までのピッチが1～6mmの範囲にある、請求項1ないし10のいずれかに記載の熱交換器。

【請求項12】 前記ピッチが2～4mmの範囲にある、請求項11の熱交換器。

【請求項13】 1本の凹凸条の幅が0.5～5mmの範囲にある、請求項1ないし12のいずれかに記載の熱交換器。

【請求項14】 前記1本の凹凸条の幅が1～3mmの範囲にある、請求項13の熱交換器。

【請求項15】 前記熱交換媒体が冷媒であり、熱交換器が凝縮器である、請求項1ないし14のいずれかに記載の熱交換器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、チューブ内にインナーフィンを備えた熱交換チューブを有する熱交換器に関し、とくに凝縮器として好適な熱交換器に関する。

【0002】

【従来の技術】 熱交換チューブの内部に波形のインナーフィンを設けたり、内部を複数の仕切壁で区画するようにチューブを押出成形したりすることにより、チューブ内をチューブ長手方向に延びる複数の小流路に分割した熱交換チューブが知られている。

10 【0003】 このような小流路を備えた熱交換チューブを有する熱交換器においては、たとえばチューブ内を流れる熱交換媒体が冷媒の場合、熱交換器におけるチューブの空気入口側流路内を流れる冷媒の温度とその外側を通過する空気の温度との温度差が、チューブ幅方向におけるチューブの空気出口側流路内を流れる冷媒の温度とその外側を通過する空気の温度との温度差よりも大きく、空気入口側流路における熱伝達の方が空気出口側流路における熱伝達よりも優れている。そのため、空気入口側流路内を流れる冷媒は、液化凝縮がより進み、ガス成分に対し液成分の比率の高い冷媒となって冷媒の比重が大きくなり、流速が遅くなる。一方、空気出口側流路内を流れる冷媒は、液化凝縮が進まず、液成分に対しガス成分の比率の高い冷媒となって冷媒の比重が小さくなり、流速が速くなる。

【0004】 したがって、一本の熱交換チューブにおいて、その幅方向に、つまり空気通過方向に、熱伝達の差が生じ、全体として熱伝達効率が低く抑えられてしまうという問題がある。

【0005】

30 【発明が解決しようとする課題】 本発明の課題は、上記のような問題点に着目し、とくにインナーフィンを有するチューブを備えた熱交換器において、全体としての熱伝達効率を向上し、熱交換器の熱交換性能を向上することにある、とくに凝縮器として好適な熱交換器を提供することにある。

【0006】 また、併せて、既存の加工方法を利用して実施可能とすることにより、上記課題を容易に達成することにある。

【0007】

40 【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明の熱交換器は、(a) 内部を長手方向に熱交換媒体が流れるチューブと、(b) 該チューブ内に設けられ、平板状部材に多数の山部と谷部が切り起こし曲げ加工され、山部、第1の平坦部、谷部、第2の平坦部がこの順にくり返し形成された凹凸条が複数互いに隣接して配置されているとともに、隣接する凹凸条が一方の凹凸条の第1の平坦部が他方の凹凸条の第2の平坦部と連続した平坦部を形成する位置関係にあるインナーフィンと、を有することを特徴とするものからなる。

50 【0008】 上記インナーフィンは、その凹凸条がチュ

ープの長手方向あるいは幅方向のいずれの方向に延びている構成とすることも可能である。すなわち、上記凹凸条がチューブの長手方向に延びており、上記連続した平坦部がチューブの幅方向に延びている構成、あるいは、上記凹凸条がチューブの幅方向に延びており、上記連続した平坦部がチューブの長手方向に延びている構成のいずれの構成も可能である。

【0009】上記のような凹凸条は、たとえば従来のコルゲートフィンのロール曲げ加工と同様に、上記平板状部材のロール曲げ加工により容易に形成することができる。

【0010】また、本発明の熱交換器は、熱交換媒体が冷媒であり、熱交換器が凝縮器である場合にとくに有効である。しかし、本発明は、熱交換媒体が冷媒であり、熱交換器が蒸発器である場合にも適用可能なものである。

【0011】このような本発明に係る熱交換器においては、平板状部材に多数の山部と谷部が切り起こし曲げ加工されているので、形成された山部と谷部の位置においては、平板状部材の上下両側を連通する穴がそれぞれ形成されることになる。そして、凹凸条の延在方向と直交する方向にみれば、一方の凹凸条の第1の平坦部と他方の凹凸条の第2の平坦部とが連続した平坦部を形成するように配置されるとともに、一方の凹凸条の山部と他方の凹凸条の谷部とが互いに隣接するように配置されることになる。

【0012】したがって、熱交換媒体、たとえば冷媒が、凹凸条の延在方向に流れる場合には、各凹凸条の山部では流れが左右に分散され、分散された流れの一部は谷部へ流入したり、山部や谷部の切り起こしによって形成された連通穴を通してインナーフィンの裏面側へ流入したり、さらには隣接する凹凸条の延在方向に沿って流れその山部に至って再び左右に分散されたりする流れとなる。すなわち、分散、合流がくり返し行われる流れとなり、チューブ内で、多数の部位で多数回ミキシングされることになり、冷媒中の液化凝縮等の進行度合のばらつきがなくなって、チューブの幅方向に、つまり、外部の通過空気の流れ方向に実質的に熱伝達の差がなくなる。チューブ幅方向に均一な熱伝達性能を発揮できる結果、チューブ全体としての熱交換性能が向上し、熱交換器全体としての熱交換性能が向上する。

【0013】冷媒が凹凸条の延在方向と直交する方向に流れる場合にも、山部や谷部の切り起こしによって形成された連通穴を通して、冷媒がインナーフィンの表裏面側に自由に出入りできるようになり、しかもこれら連通穴は千鳥状に配列されることになるから、連通穴を介しての出入り、つまりミキシングもより効果的に行われることになる。その結果、やはりチューブ幅方向に均一な熱伝達性を発揮でき、チューブ全体としての熱交換性能が向上し、熱交換器全体としての熱交換器性能が向上す

る。

【0014】そして、上記のような優れた効果は、とくに、インナーフィンの寸法、中でも、凹凸条の山部および/または谷部の熱交換媒体流れ方向の入り側の平坦部に対する立ち上がり角度、インナーフィンの板厚、凹凸条の山部の頂面と谷部の底面との間の距離であるインナーフィンの高さ、山部の頂点から谷部の底点までのピッチ、1本の凹凸条の幅（凹凸条の切り幅）等を最適な範囲とすることにより、より確実に得られる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る熱交換器の望ましい実施の形態を、図面を参照して説明する。図1は、本発明の一実施態様に係る熱交換器を示しており、とくに凝縮器を構成する、いわゆるマルチフロー型の熱交換器を示している。図において、1は凝縮器全体を示しており、2、3は一对のヘッダーを示している。ヘッダー2、3間には、複数の熱交換チューブ4が平行に延設されており、各熱交換チューブ4間および上下部の熱交換チューブ4の上側、下側には、それぞれコルゲートフィン5が配置されている。最上部のコルゲートフィン5の上部および最下部のコルゲートフィン5の下部には、それぞれサイドプレート6が設けられている。一方のヘッダー3には、入口パイプ7と、出口パイプ8が設けられており、仕切板9で区画されたヘッダー3の一方の室に入口パイプ7から導入された冷媒が、熱交換チューブ4を通して他方のヘッダー2内に送られ、そこから再び残りの熱交換チューブ4を通してヘッダー3の他方の室に送られ、そこから出口パイプ8を通して導出されるようになっている。図1の矢印10の方向が、空気通過方向となっている。

【0016】上記凝縮器1の各熱交換チューブ4は、図2ないし図4に示すように構成されている。図2において、11は熱交換チューブ4のチューブ部分を示しており、チューブ11内にインナーフィン12が挿入されて設けられている。インナーフィン12は、図3に示すように構成されており、この図3に示す例では、矢印13の方向が冷媒の流れ方向であり、かつ、チューブ11の長手方向となっている。

【0017】インナーフィン12には、多数の山部14と谷部15が形成されており、これら山部14および谷部15は、平板状部材に山部14と谷部15を切り起こし、かつ、同時に曲げ加工することにより形成されている。この曲げ加工には、たとえばコルゲートフィン5を成形するのと同様に、ロール曲げ加工が利用できる。

【0018】インナーフィン12には、山部14、第1の平坦部16、谷部15、第2の平坦部17がこの順にくり返し形成された凹凸条18（図4に明示）が複数互いに隣接して配置されている。そして、隣接する凹凸条18にあっては、一方の凹凸条18の第1の平坦部16が他方の凹凸条18の第2の平坦部17と連続した平坦

部を形成し、一方の凹凸条18の第2の平坦部17が他方の凹凸条18の第1の平坦部16と連続した平坦部を形成するような位置関係に配置されている。したがって、この例では、チューブ11の幅方向にみれば、第1の平坦部16と第2の平坦部17が直線状に延びる平坦部を形成しており、山部14と谷部15は互いに隣接して交互に配置されている。そして、各山部14と谷部15の切り起こし部には、インナーフィン12の上下面側を連通する連通穴19が形成されている。

【0019】このようなインナーフィン12を有する熱交換チューブ4においては、図3に矢印で示したように、チューブ11内をその長手方向に流れる冷媒は、各山部14の位置においては左右に分散された流れとなり、分散後には各連通穴19を通してインナーフィン12の表裏面側に自由に入出力するとともに、一部は第2の平坦部17上を直進して隣接凹凸条18の次の山部14に至る。インナーフィン12の裏面側においては、谷部15が上記山部14と同様の機能を果たし、同様に分散した流れとなる。複数の凹凸条18は山部14や谷部15をオフセットした状態で隣接配置されているから、上記の分散した流れはそれぞれ各部において合流し、分散、合流をくり返すことになる。したがって、チューブ11内を流れる冷媒は常時ミキシングされつつ流れることになり、チューブ11の幅方向、つまり空気の通過方向に均一にミキシングされることになる。同時に、第1の平坦部16と第2の平坦部17は、流れを整流する役目を果たすから、ミキシングと整流とが細かくくり返し行われることになる。その結果、チューブ11の幅方向における熱伝達性能が均一化され、熱交換性能が均一化されるとともに、チューブ11全体としての、ひいては凝縮器1全体としての熱交換性能が向上される。

【0020】上記例では、図3における矢印13の方向を冷媒流れ方向およびチューブ11の長手方向としたが、矢印21方向を冷媒の流れ方向およびチューブ11の長手方向とすることも可能である。

【0021】この場合においても、冷媒の流れ方向に山部14と谷部15が交互に配置されることになり、平坦部16、17や連通穴19を介して冷媒が均一にミキシングされることになるから、前述の例と同様に優れた熱交換性能が得られる。

【0022】このような優れた熱交換性能が得られるインナーフィン構造においては、目標とする熱交換性能を達成するために、インナーフィンの各部の寸法を最適に設計することが好ましい。

【0023】ここで、熱交換器は凝縮器であり、凝縮器の基本機能は、冷凍サイクルにおける排熱をすることにある。しかしながら、実使用上の基本機能として、耐圧性能を有することが必要である。一般に、HFC134a冷媒を使用する冷凍サイクルの場合、10MPa以上の耐圧性能を必要とする。

【0024】また、冷媒が流通する場合、通路抵抗が大きなネックとなる。一般に、HFC134aを使用する冷凍サイクルの場合、通路抵抗が大きいと、コンプレッサ動力の増加や放熱性能の低下が生じるため、通路抵抗は100kPa以下に設定される。

【0025】本インナーフィン12の耐圧性能、通路抵抗を支配するパラメータとしては、山部14および／または谷部15の冷媒流れ方向の入り側の平坦部に対する立ち上がり角度、インナーフィン12の板厚、山部14の頂面と谷部15の底面との間の距離であるインナーフィン12の高さ、山部14の頂点から谷部15の底点までのピッチ、一つの凹凸条18のチューブ11の幅方向切り幅が挙げられる。夫々について、耐圧性能、通路抵抗の関係をグラフ化した(図5～図9)。

【0026】図5に示すように、山部14および／または谷部15の冷媒流れ方向の入り側の平坦部に対する立ち上がり角度としては、90～150°の範囲にあることが好ましく、より好ましくは、90～140°の範囲である。立ち上がり角度が上記範囲よりも小さくなると、とくに70°以下になると、冷媒の流れを妨げる効果が強くなりすぎて通路抵抗の望ましくない増大を招く。また、立ち上がり角度が上記範囲よりも大きくなると、とくに160°以上になると、インナーフィンの強度低下を招き耐圧性能の面で好ましくない。

【0027】図6に示すように、インナーフィン12の板厚としては、0.1～0.5mmの範囲にあることが好ましく、より好ましくは、0.2～0.4mmの範囲である。インナーフィン12の板厚が0.1mmよりも薄くなると耐圧性能が低下し、0.5mmよりも厚くなると通路抵抗が増大する。

【0028】図7に示すように、山部14の頂面と谷部15の底面との間の距離であるインナーフィン12の高さとしては、1～5mmの範囲にあることが好ましく、より好ましくは、1～3mmの範囲である。インナーフィン12の高さが1mmよりも低くなると、そのインナーフィン12をチューブ内面に当接させた場合には通路断面積が小さくなりすぎ、冷媒の流路抵抗が大きくなりすぎるおそれがあり、逆に5mmよりも高くなると、耐圧性能が低下するおそれがある。

【0029】図8に示すように、山部14の頂点から谷部15の底点までのピッチとしては、1～6mmの範囲にあることが好ましく、より好ましくは、2～4mmの範囲である。このピッチが1mmよりも小さくなると、通路抵抗が増大し、6mmよりも大きくなると耐圧性能が低下する。

【0030】図9に示すように、山部14及び谷部15のチューブ11の幅方向切り幅(1本の凹凸条の幅)は、0.5mm～5mmの範囲にあることが好ましく、より好ましくは、1～3mmの範囲である。切り幅が0.5mmよりも小さくなるとインナーフィン12の加

工性が悪化し、5mmよりも大きくなると冷媒の流動を妨げる効果が大きくなり、通路抵抗の増大を招く点で好ましくない。

【0031】冷媒固有の特性等も考慮しながら、インナーフィン12の各部の寸法を上記のような最適な範囲に設定することにより、冷媒の流れを3次元的な乱流流れとして冷媒が混ざり合う効果を発生させることができ、冷媒側の伝熱性能を向上させることができるとともに、各チューブ11の十分に高い耐圧性能、十分に低い通路抵抗を確保できる。また同時に、このようなインナーフィン12を設けることで、一般的に使用されている押し出し成形によるチューブに対し伝熱面積を増大させることが可能になる。これら2つの相乗効果により、チューブ全体としての、ひいては熱交換器（凝縮器）全体としての性能が向上する。

【0032】なお、上記例は凝縮器について説明したが、本発明はこれに限らず、インナーフィンを備えた熱交換チューブを有する熱交換器であれば、他の熱交換器にも適用可能である。

#### 【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の熱交換器によれば、山部、第1の平坦部、谷部、第2の平坦部が形成された複数の凹凸条を特定の位置関係に配置したインナーフィンに有する熱交換チューブを用いたので、チューブ内を流れる熱交換媒体を均一にミキシングでき、熱伝達性能を均一化して、チューブ全体、ひいては熱交換器全体の熱交換性能を向上することができる。また、本発明におけるインナーフィンは、コルゲートフィン等を形成するのと同様のロール曲げ加工方法により、容易に製造できる。

【0034】また、このインナーフィンの各部の寸法を最適な範囲に設定すれば、チューブ全体としての、ひいては熱交換器全体としての性能を一層向上することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施態様に係る熱交換器の斜視図である。

【図2】図1の熱交換器の熱交換チューブの部分斜視図である。

\*

\*【図3】図2の熱交換チューブのインナーフィンの拡大部分斜視図である。

【図4】図3のインナーフィンの部分斜視図である。

【図5】図3のインナーフィンに備えたチューブの、インナーフィン内立ち上がり角度と耐圧および通路抵抗との関係図である。

【図6】図3のインナーフィンに備えたチューブの、インナーフィンの板厚と耐圧および通路抵抗との関係図である。

10 【図7】図3のインナーフィンに備えたチューブの、インナーフィンの高さとの関係図である。

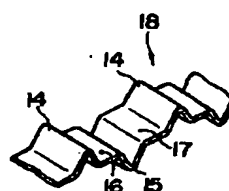
【図8】図3のインナーフィンに備えたチューブの、インナーフィン内ピッチと耐圧および通路抵抗との関係図である。

【図9】図3のインナーフィンに備えたチューブの、インナーフィン内切り幅と耐圧および通路抵抗との関係図である。

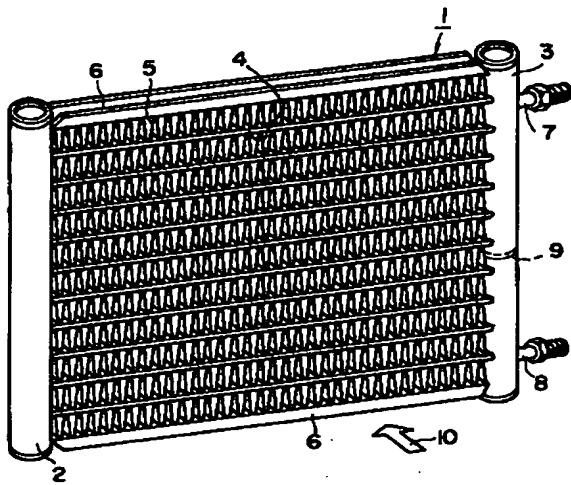
#### 【符号の説明】

- 20 1 凝縮器（熱交換器）
- 2、3 ヘッダー
- 4 熱交換チューブ
- 5 コルゲートフィン
- 6 サイドプレート
- 7 入口パイプ
- 8 出口パイプ
- 9 仕切板
- 10 空気通過方向
- 11 チューブ
- 30 12 インナーフィン
- 13 冷媒の流れ方向（チューブの長手方向）
- 14 山部
- 15 谷部
- 16 第1の平坦部
- 17 第2の平坦部
- 18 凹凸条
- 19 連通穴
- 21 別の例における冷媒の流れ方向（チューブの長手方向）

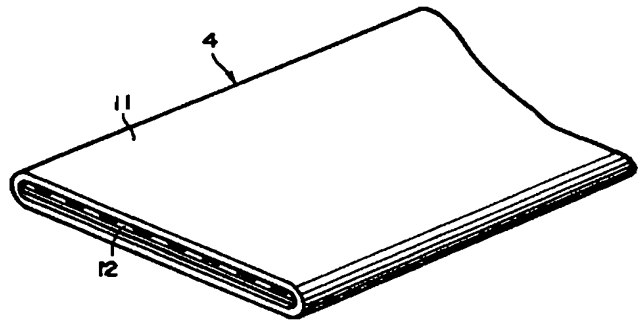
【図4】



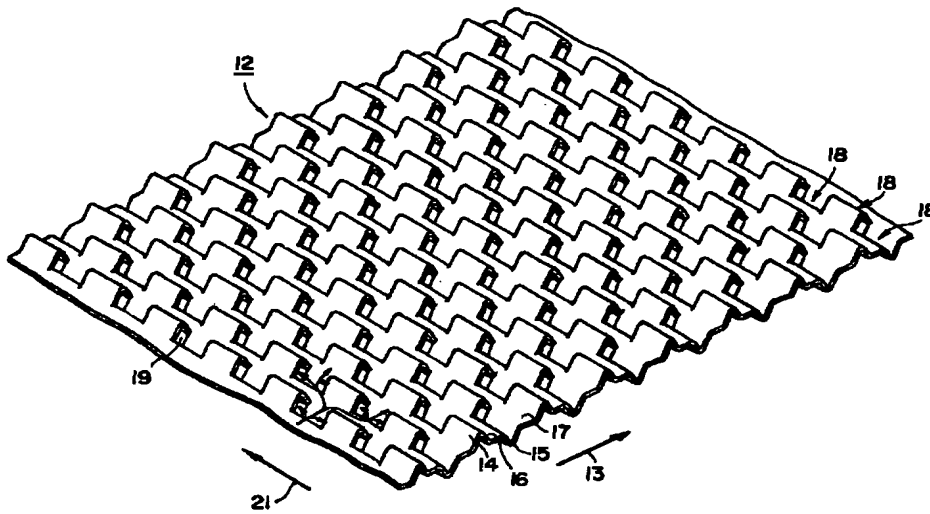
【図1】



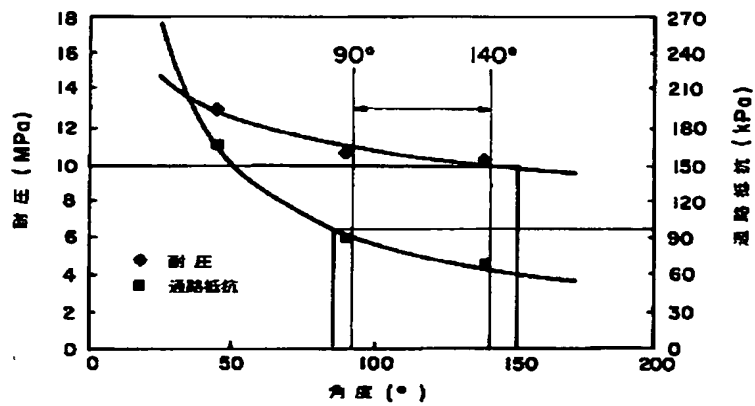
【図2】



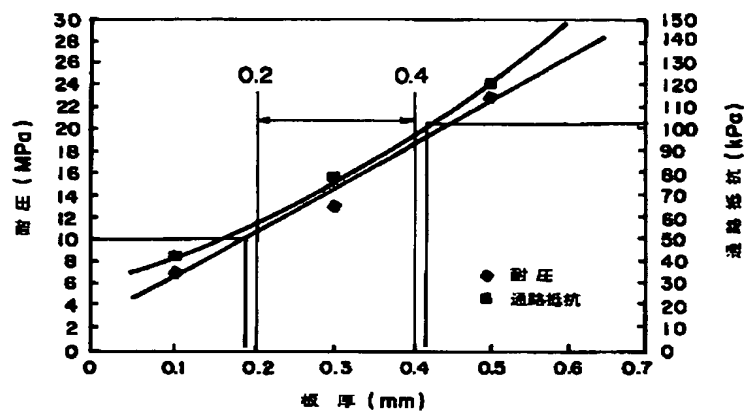
【図3】



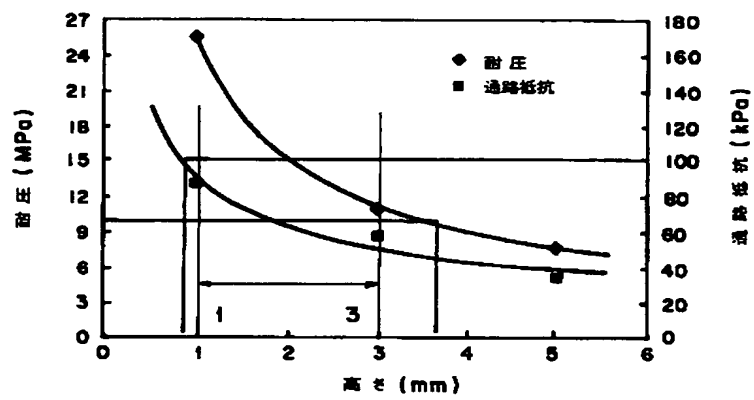
【図5】



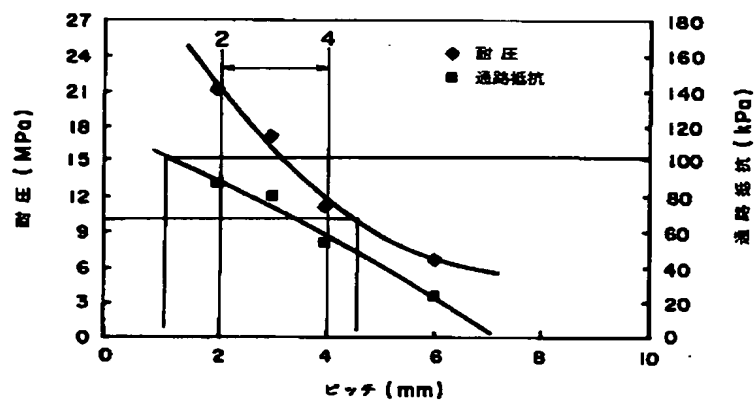
【図6】



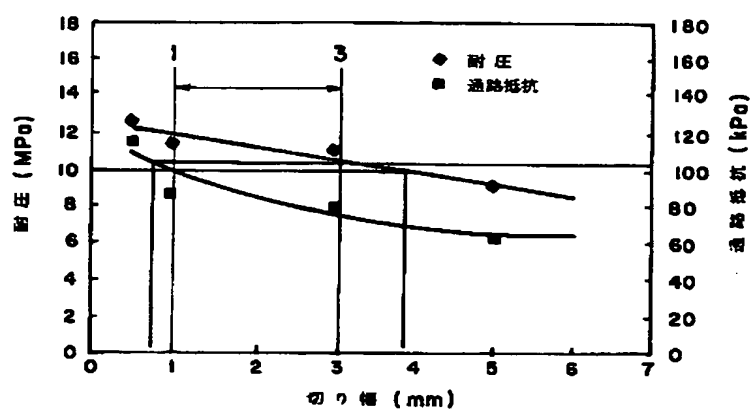
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 門 浩隆  
群馬県伊勢崎市寿町20番地 サンデン株式  
会社内

(72)発明者 坂野 晃  
群馬県伊勢崎市寿町20番地 サンデン株式  
会社内